33

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1900 N°

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le mercredi 9 mai 1900, à 1 heure

PAR

Raymond BOSQUAIN

Né à Paris, le 1er janvier 1875.

LES APPLICATIONS MÉDICALES

des courants de haute fréquence

Président : M. FOURNIER, *Professeur.*

Juges : MM. JOFFROY, *Professeur.*
GILLES de la TOURETTE, *Agrégé.*
BROCA André, *Agrégé.*

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical

LIBRAIRIE MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE
JULES ROUSSET
PARIS. — 36, Rue Serpente. — PARIS
(En face la Faculté de Médecine)

1900

333

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année 1900 N°

THÈSE

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le mercredi 9 mai 1900, à 1 heure

PAR

Raymond BOSQUAIN

Né à Paris, le 1er janvier 1875.

LES APPLICATIONS MÉDICALES

des courants de haute fréquence

Président : M. FOURNIER, *Professeur.*

Juges : MM. JOFFROY, *Professeur.*
GILLES de la TOURETTE, *Agrégé.*
BROCA André, *Agrégé.*

Le Candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties de l'enseignement médical

ACAD.
LEGD.BAT.
BUEL.

LIBRAIRIE MÉDICALE ET SCIENTIFIQUE
JULES ROUSSET
PARIS. — 36, Rue Serpente. — PARIS
(En face la Faculté de Médecine)

1900

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen	M. BROUARDEL
Professeurs	MM.
Anatomie	FARABEUF.
Physiologie	Ch. RICHET
Physique médicale	GARIEL.
Chimie organique et chimie minérale	GAUTIER.
Histoire naturelle médicale	BLANCHARD.
Pathologie et thérapeutique générales	BOUCHARD.
Pathologie médicale	HUTINEL. DEBOVE.
Pathologie chirurgicale	LANNELONGUE
Anatomie pathologique	CORNIL.
Histologie	Mathias DUVAL.
Opérations et appareils	BERGER.
Pharmacologie et matière médicale	POUCHET.
Thérapeutique	LANDOUZY.
Hygiène	PROUST.
Médecine légale	BROUARDEL.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	BRISSAUD.
Pathologie comparée et expérimentale	CHANTEMESSE.
Clinique médicale	POTAIN. JACCOUD. HAYEM. DIEULAFOY.
Clinique des maladies des enfants	GRANCHER.
Clinique des maladies syphilitiques	FOURNIER.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale	JOFFROY.
Clinique des maladies nerveuses	RAYMOND
Clinique chirurgicale	TERRIER. DUPLAY. LE DENTU. TILLAUX.
Clinique ophtalmologique	PANAS.
Clinique des voies urinaires	GUYON.
Clinique d'accouchement	BUDIN. PINARD.

Agrégés en exercice.

MM.	MM.	MM.	MM.
ACHARD.	DUPRÉ.	LEPAGE.	THIROLOIX.
ALBARRAN.	FAURE.	MARFAN.	THOINOT.
ANDRÉ.	GAUCHER.	MAUCLAIRE.	VAQUEZ.
BONNAIRE.	GILLES DE LA TOURETTE.	MENÉTRIER.	VARNIER.
BROCA Auguste.	HARTMANN.	MERY.	WALLICH.
BROCA André.	LANGLOIS.	ROGER.	WALTHER.
CHARRIN.	LAUNOIS.	SEBILEAU.	WIDAL.
CHASSEVANT.	LEGUEU.	TEISSIER.	WURTZ.
DELBET.	LEJARS.	THIERY.	
DESGREZ.			

Chef des Travaux anatomiques : M. RIEFFEL.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'École a arrêté que les opinions émises dans es dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et quelle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation

A MES MAITRES

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR FOURNIER

Professeur de clinique médicale à la Faculté de Médecine
Médecin de l'Hôpital Saint-Louis
Membre de l'Académie de Médecine
Officier de la Légion d'honneur.

A M. LE DOCTEUR GILLES DE LA TOURETTE

Professeur agrégé à la Faculté de Médecine
Médecin de l'Hôpital Saint-Antoine
Médecin en chef de l'Exposition de 1900
Officier de la Légion d'Honneur

INTRODUCTION

La thérapeutique fait chaque jour des conquêtes nouvelles. Les progrès des diverses sciences dans l'ère contemporaine lui ont ouvert de vastes horizons.

Pendant longtemps elle n'a disposé que des seuls médicaments destinés à être introduits dans l'organisme, et bien téméraire eût été celui qui aux siècles passés eût osé proposer par exemple, la balnéothérapie froide dans les affections fébriles. Aujourd'hui nous ne trouvons rien que de fort logique dans un pareil emploi des agents physiques et naturels.

Les immenses progrès réalisés dans les diverses sciences dites autrefois accessoires de la médecine, l'étude plus approfondie et plus méthodique de l'organisme malade, enfin l'essor donné à la physiologie et à l'expérimentation par le génie de Claude Bernard, ont amené une révolution complète dans l'art de guérir.

Parmi les agents physiques, il en est un dont la puissance curative s'affirme chaque jour davantage à

mesure que l'on sait mieux employer les ressources variées que nous offrent ses innombrables modalités ; nous voulons parler de l'électricité.

A Duchenne de Boulogne revient toute la gloire d'avoir fait accepter cet agent dont les applications à la thérapeutique et au diagnostic sont infinies.

« Mais l'électricité n'est pas un agent thérapeutique unique et simple, bien au contraire, comme le dit si parfaitement M. le Professeur d'Arsonval, c'est un agent physique protéïforme, dont chaque modalité a des propriétés physiologiques et thérapeutiques qui lui sont propres. Le courant continu, les décharges statiques, l'effluve, le courant sinusoïdal, les courants de haute fréquence, etc., produisent des effets radicalement différents, parfois même opposés ».

Malgré les résultats indiscutables obtenus avec l'électricité, cet agent, s'il a des défenseurs enthousiastes, d'aucuns prétendent en attribuer le principal résultat à la suggestion.

Objection qui ne résiste pas à la discussion ou à l'expérience !

Dans les belles expériences du Professeur d'Arsonval, que l'on prenne l'homme ou les animaux, que l'on prenne la cellule vivante à l'état isolé ou même ses produits de sécrétion, les résultats sont aussi probants.

Les courants électriques de haute fréquence que nous avons spécialement pris pour sujet de cette étude nous en donnent des preuves irréfutables ;

« Lorsque sous l'influence des courants à haute fréquence on voit augmenter chez l'homme et chez les animaux à l'état de santé la consommation d'oxygène, la production d'acide carbonique, la chaleur rayonnée ; lorsque chez certains diabétiques on fait tomber le sucre de 600 grammes en vingt-quatre heures à quelques grammes ; lorsque certains bacilles modifient profondément leurs propriétés ; lorsque, enfin les toxines de ces mêmes bacilles deviennent des substances vaccinantes, comme le démontrent les expériences de MM. d'Arsonval et Charrin, il est impossible de nier la formidable action modificatrice que l'électricité exerce sur l'organisme ! ». (1).

Mais avant d'aller plus loin dans cette étude, qu'il nous soit permis d'adresser ici nos remerciements et un témoignage de reconnaissance aux maîtres qui ont fait notre instruction médicale et qui nous ont prodigué leur savoir et leurs leçons.

A M. le Dr Siredey, dans le service duquel nous avons commencé à nous initier à la clinique médicale, à M. le Pr agrégé Nélaton auquel nous sommes redevable de notre éducation chirurgicale, et qui n'a jamais cessé de nous témoigner sa bienveillance à notre égard.

A M. le Pr Dieulafoy, au regretté Pr Strauss, victime de son dévouement à la science, à M. le Dr Hirtz dans les services desquels nous avons passé deux années.

(1) D'Arsonval, in Bordier. Précis d'électrothérapie.

Nous adressons également nos plus sincères remerciements et le témoignage de notre vive gratitude à M. le professeur agrégé Gilles de la Tourette, chez qui nous avons l'honneur d'être depuis plus de deux ans, ainsi qu'à M. le Dr Beurnier, pour les leçons, les conseils et le bienveillant intérêt qu'ils nous ont sans cesse prodigués.

Nous prions M. le Professeur Fournier de vouloir bien agréer tous nos remerciements pour l'honneur qu'il nous a fait en acceptant la présidence de cette thèse.

Adressons en terminant nos remerciements à la maison Gaiffe pour le concours qu'elle nous a apporté.

CHAPITRE I

HISTORIQUE

Si nous prenons une grenouille immobilisée par destruction du cerveau et de la moelle, et si nous la fixons au myographe de Marey, puis, plaçant aux extrémités du muscle gastrocnémien deux électrodes reliées au circuit induit du chariot de Dubois-Reymond afin d'éviter toute action électrolytique, si nous fermons le courant dans la bobine inductrice et si nous l'ouvrons quelques instants après, au moment de la fermeture, nous constaterons une première contraction suivie d'une seconde au moment de la rupture.

Augmentons le nombre d'excitations par rapport au temps, le nombre des contractions suivra la même progression jusqu'au moment où elles se fusionneront, le raccourcissement restant permanent ; ce point sera atteint lorsqu'il y aura une vingtaine d'excitations par seconde : on dit alors qu'il y a tétanos mucus-

laire. Lorsque les variations du courant inducteur sont très lentes, il n'y a ni douleur, ni contraction musculaire, mais il y a néanmoins une action puissante sur la nutrition, augmentation de l'absorption d'oxygène et de l'exhalation de l'acide carbonique. Ce n'est que lorsqu'elles ont une certaine rapidité qu'elles agissent sur la sensibilité et sur la motricité.

Du moment où le muscle est tétanisé les phénomènes d'excitation augmentent encore avec la fréquence des excitations mais tendent néanmoins vers une limite. Des recherches de Elihu Thomson, il résulte que les phénomènes d'excitation ne se produisent plus lorsque le nombre des ondulations est considérable.

Le professeur d'Arsonval a repris cette étude et est arrivé aux mêmes résultats. De ses recherches il résulte que l'action va en croissant jusqu'à 2.500 ou 3.000 excitations par seconde, reste stationnaire jusqu'à 5.000, décroit jusqu'à 10.000, limite à partir de laquelle il n'y a plus de résultat appréciable.

Les choses en étaient là, l'investigation scientifique n'ayant pu être poussée plus avant dans cette voie par suite de l'impossibilité de produire mécaniquement un plus grand nombre d'excitation dans l'unité de temps.

Déjà en 1870, on avait construit un alternateur de Gramme composé essentiellement d'une bobine de fer munie de joues en fer. Autour de l'axe était enroulé un fil, qui parcouru par un courant, aimantait les joues de la bobine. Sur les faces internes de ces joues se trouvaient

implantées 100 chevilles de fer, correspondant deux à deux et laissant entre elles un espace où se trouvait une bobine sans fer, celle-ci étant maintenue immobile: en imprimant un mouvement de rotation à la bobine à chevilles, on induisait un courant alternatif de fréquence élevée dans la bobine fixe. C'est ce courant qui était utilisé dans les expériences citées plus haut.

Tesla sur le même principe construisit un alternateur ayant 384 pôles, produisant 192 périodes par tour, ce qui à la vitesse maxima de 3.000 tours donnait 9.600 périodes. C'était une limite qu'on ne pouvait dépasser. Il fallait donc recourir à d'autres moyens de production.

Helmholtz, dès 1847, avait affirmé le premier les oscillations de la décharge d'une bouteille de Leyde, dans certains cas. D'autre part Sir William Thomson a donné la théorie complète du phénomène avec tous les calculs à l'appui. Ce sont du reste, ses formules qui permettent d'établir les appareils dans les conditions voulues.

Désignant par L le coeficient de self-induction du circuit, de décharge par R sa résistance, par C, la capacité du condensateur, il démontra que lorsque :

$$R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

La décharge est continue.

Inversement, si.

$$R > 2\sqrt{\frac{L}{C}}$$

La décharge est oscillante.

La durée de la période est donnée par la formule.

$$T = 2\pi\sqrt{LC}$$

Telles furent les origines des recherches de Hertz (1), de Bonn, sur les ondulations électriques, en 1888 et 1889.

Dans ces expériences, Hertz se servait de deux sphères de 30 centimètres de diamètre, réunies chacune par une tige à deux autres petites sphères de 4 centimètres de diamètre entre lesquelles jaillissaient les étincelles produites par une bobine d'induction à laquelle elles étaient reliées.

Ce diapason électrique, ainsi l'appelait son inventeur, pouvait donner plus de 50,000 oscillations à la seconde :

Hertz dit même être arrivé à 500,000,000.

Il explorait la propagation des ondulations dans le milieu environnant au moyen de son résonnateur.

A la même époque, O. Lodge de son côté faisait des recherches sur les paratonnerres et était amené aux mêmes expériences que Hertz dont il ignorait alors les travaux.

Il employait la décharge oscillante d'une bouteille de Leyde, et parvenait à dépasser 500,000,000 de pénodes par seconde.

Tous les appareils employés actuellement pour la

(1) Voir *Revue Scientifique*, 11 mars 1889. Les expériences de Hertz sur les ondulations électriques.

production des courants à haute fréquence ont leur origine dans ces expériences. Tous emploient la décharge oscillante des condensateurs, ainsi que nous allons le voir dans le chapitre suivant.

CHAPITRE II

PRODUCTION DES COURANTS DE HAUTE FRÉQUENCE APPAREILS ET INSTRUMENTS D'APPLICATION

Les expériences de Helmholtz, reprises par Thomson, Tesla, Lodge, d'Arsonval, avaient parfaitement démontré que ce n'était pas par des procédés mécaniques que l'on pouvait arriver pratiquement à la haute fréquence, mais qu'il fallait recourir à des moyens purement physiques.

On peut dire que l'adaptation de ce mode de l'électricité à la thérapeutique est entièrement due aux travaux du professeur d'Arsonval.

Il y fut amené par ses recherches sur l'électrisation sinusoïdale à fréquence et potentiel moyens.

Il avait nettement constaté que les réactions qui résultent des excitations, sont étroitement liées à la forme de l'onde émanée de l'appareil électrique et il fut ainsi conduit à déterminer ce qu'il appelle la caractéristique d'excitation. Qu'il nous suffise ici de dire qu'elle se représente par une courbe qui est fonction de trois variables qui sont : le potentiel

maxima de la décharge, le temps de la variation, la quantité d'électricité traversant l'organe excité.

Il serait facile de démontrer que c'est la variation de potentiel au point excité qui est le facteur le plus important dans l'excitation du système nerveux.

Mécanisme de la haute fréquence. — La possibilité d'obtenir un nombre infini d'alternances est basée, comme nous le disions plus haut, sur la décharge oscillante des condensateurs.

« Lorsqu'on rapproche deux corps qui sont à des potentiels différents, à une distance suffisante pour qu'une étincelle jaillisse de l'un à l'autre, les corps sont ramenés à l'état d'équilibre, mais cet état n'est pas instantané et varie selon les conditions de l'expérience : tantôt le flux, très intense d'abord, décroît progressivement pour s'annuler lorsque la décharge est finie ; tantôt, au lieu d'un flux unique, le phénomène est plus complexe, et il y a une série de flux, de décharges, alternativement dans un sens et dans l'autre, l'intensité du flux décroissant rapidement (1).

Les phénomènes se reproduisent chaque fois que les corps sont portés au potentiel initial.

Une telle décharge oscillatoire peut être parfaitement définie par la courbe ci-dessous (fig. 1) :

Les oscillations engendrées par ces décharges sont isochrones et leur amplitude décroit comme les termes d'une progression géométrique.

On peut mieux se rendre compte de ce qui se passe dans ces différents modes de retour à l'équilibre, si l'on

(1) Gariel. Cours de physique médicale.

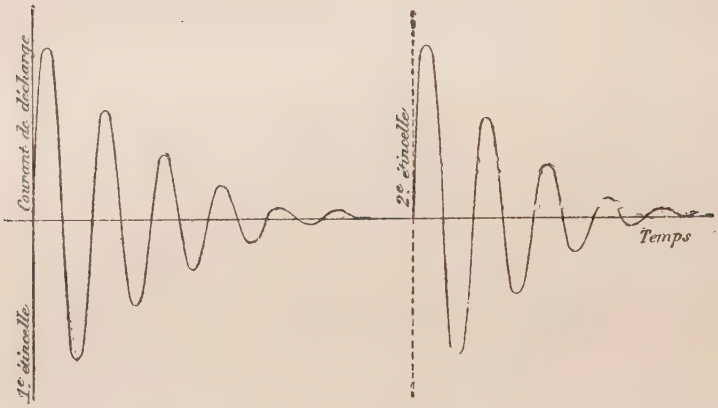

Fig. 1.

compare l'électricité à un liquide placé dans des vases communiquants et dans lequel on produit une brusque dénivellation. Le liquide oscillera dans les vases avant d'atteindre l'équilibre hydrostatique.

De même une lame vibrante fixée dans un étau et écartée de sa position d'équilibre, puis abandonnée à elle-même, exécutera un nombre d'oscillations considérables et progressivement décroissantes d'amplitude avant de retrouver son équilibre primitif.

Mais ce qui distingue ces vibrations des oscillations électriques que nous étudions, c'est leur très grande lenteur.

O. Lodge, en faisant varier L et R dans diverses proportions est arrivé à obtenir 5. 10^8 oscillations par seconde.

Les moyens employés aujourd'hui pour produire la haute fréquence se ramènent à trois.

Citons pour mémoire l'alternateur Gramme dont nous avons parlé plus haut, et qui n'est plus guère employé.

Le deuxième est basé sur l'emploi de la bobine de Ruhmkorff. Les extrémités du circuit induit sont en connexion avec les armatures internes de deux condensateurs, comme l'indique la figure qui accompagne cette description. L'étincelle jaillissant entre les deux boules des armatures internes, engendrent un cou-

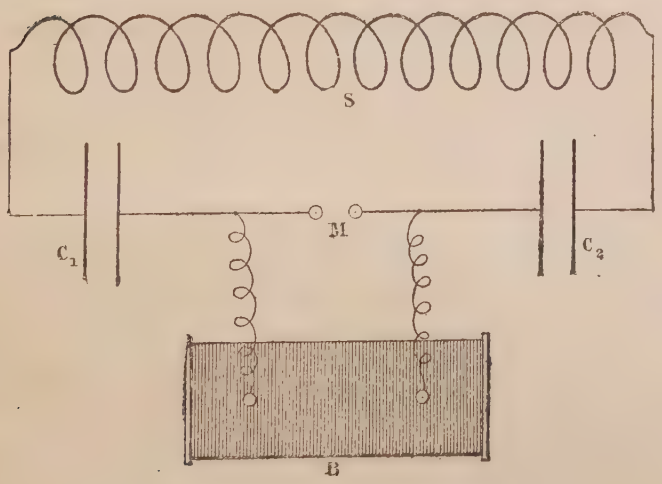

Fig. 2.

rant de haute fréquence dans la solénoïde qui réunit les armatures externes.

Pour assurer la continuité du phénomène, il faut entretenir les mêmes variations dans le circuit inducteur de la bobine.

On peut employer du courant alternatif, c'est le troisième mode de production des courants de haute fréquence que nous allons étudier tout à l'heure; ou bien du courant continu périodiquement interrompu.

Dans le cas du courant continu, on peut employer un interrupteur mécanique ; mais étant donnée la supériorité des moyens physiques, nous décrirons plus particulièrement ces derniers.

Les progrès de la radiographie et de la radioscopie, dans ces dernières années ont amené l'attention des savants sur le rendement de la bobine de Ruhmkorff.

M. Campbell Swinnton a calculé qu'une bobine ordinaire munie d'un trembleur Foucault donne une étincelle dont la durée n'est pas supérieure à 1/200e de la période.

Ce fut alors que le Dr Wehnelt, de Charlottenbourg, inventa l'interrupteur électrolytique qui porte aujourd'hui son nom.

L'interrupteur Wehnelt est l'appareil le plus simple que l'on puisse imaginer.

Dans un vase de verre renfermant de l'eau acidulée de densité de 1,10 ou 1,20 plonge une lame de plomb reliée au pôle négatif de la source électrique et un tube de verre rempli de mercure, à l'extrémité duquel est soudé un fil de platine, dépassant de quelques millimètres à l'intérieur et à l'extérieur du tube.

Le mercure est relié au pôle positif, au moyen d'un fil qui plonge dedans.

En établissant ce dispositif sur le primaire d'une bobine, et en l'alimentant par un courant d'intensité progressivement croissante, les phénomènes présentent trois phases successives.

1° Electrolyse simple.

2° Bruit strident, gaine lumineuse autour du fil de platine.

3° Courant stable. Destruction de l'électrode positive.

C'est à la phase moyenne qu'il convient de s'arrêter. On obtient alors aux extrémités du secondaire de la bobine un véritable torrent de flammes qui se résolvent en un nombre infini d'étincelles si l'on souffle sur la décharge.

L'emploi de cet appareil augmente dans des proportions étonnantes le rendement de la bobine, tant au point de vue du potentiel induit qu'à celui du nombre des interruptions par rapport au temps puisque le Dr Wehnelt est arrivé à dépasser 1700 interruptions par seconde, ce qui serait absolument impossible à réaliser par des procédés mécaniques.

Au moyen de ce dispositif très simplifié, on peut avec une bobine dite de 5 centimètres d'étincelles, reproduire simplement et magnifiquement toutes les expériences de Thomsom, de d'Arsonval et de Tesla. La thérapeutique par les courants de haute fréquence est pour ainsi dire à la disposition de tous les praticiens.

Le troisième mode d'obtention des courants de

haute fréquence est dérivé plus directement des expériences de Tesla et Thomson.

Il consiste en un transformateur industriel élevant

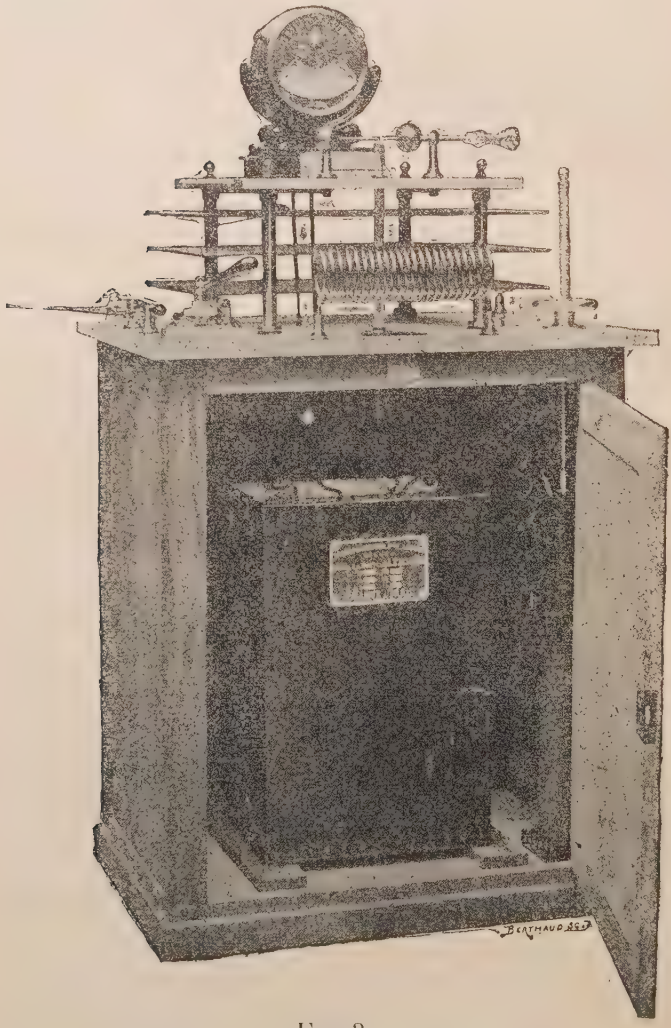

Fig. 3.

la tension de 110 à 15000 volts. Les figures qui accompagnent cette description, et qui faciliteront notre tache nous ont été confiées par la Maison Gaiffe qui construit cet appareil.

Dans le socle se trouve le transformateur ainsi qu'une bobine de self-induction servant à graduer le courant.

Sur le meuble se trouvent un ampèremètre, trois condensateurs plans, un étant dit de garde, afin d'éviter qu'une décharge trop intense ne mette l'appareil hors d'usage. Les armatures des deux autres étant reliées d'une part aux bornes qui donnent le courant à haute tension, et d'autre part aux extrémités du solénoïde à haute fréquence.

En avant se trouve les deux boules entre lesquelles jaillissent les étincelles disruptives et qui sont soufflées par de l'air ou un gaz comprimé.

Cet appareil est la perfection même, mais son prix élevé et, l'emploi indispensable de courant alternatif industriel pour son alimentation sont des raisons qui pourront peut-être en restreindre les applications.

Nous avons passé très sommairement en revue les modes de production des courants de haute fréquence, il s'agit maintenant d'étudier le moyen de les transformer et de les appliquer à la médecine.

La tension du courant recueilli aux extrémités du solénoïde est quelquefois trop faible pour les applications que l'on se propose : il faut alors l'augmenter ; pour cela nous pouvons recourir à une nouvelle

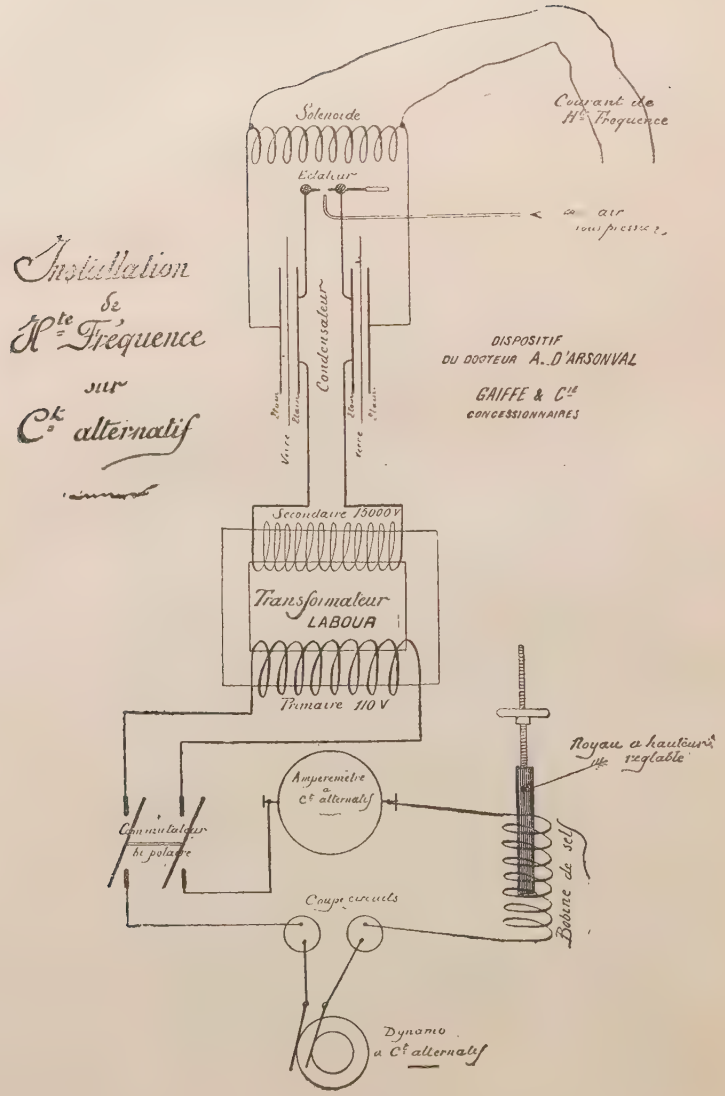
Installation
de
H^te Fréquence
sur
C^k alternatif
Solenoïde
Eclateur
Courant de
H^te Fréquence
air
comprimé
Condensateur
Verre
Plomb
DISPOSITIF
DU DOCTEUR A. D'ARSONVAL
GAIFFE & C^ie
CONCESSIONNAIRES
Secondaire 15000 V
Transformateur
LABOUA
Primaire 110 V
Noyau à hauteur
réglable
Ampèremètre
à C^t alternatif
Commutateur
de polarité
Coupe-circuits
Bobine de self
Dynamo
à C^t alternatif

FIG. 4.

bobine à deux enroulements, mais il s'agit de prendre de grandes précautions dans l'isolement des diverses spires entre elles afin d'éviter que les étincelles ne jaillissent de l'une à l'autre. Pour cela on enroule un fil de cuivre fin sur un cylindre de verre et l'on enferme le tout dans un tube que l'on remplit de valvoline. Le tube ainsi préparé est placé dans la spire de haute fréquence et peut donner aux bornes placées à ses extrémités un torrent d'étincelles qui peuvent facilement atteindre de 15 à 20 centimètres de longueur.

Le Dr Oudin a également appliqué médicalement les expériences de Thomson. Il prend environ 60 mètres de fil de cuivre de 3 à 4 millimètres de diamètre et en forme un selénoïde de 15 à 20 centimètres de diamètre. C'est du reste cet appareil que l'on voit sur la figure suivante (fig. 5) :

Il s'emploie surtout dans les applications externes de la haute fréquence.

Il se place à la suite de la bobine de haute fréquence et pendant son fonctionnement la tension est si élevée à l'extrémité opposée que l'électricité s'échappe sous forme d'aigrette et d'effluves.

Le socle sur lequel il repose dans cette figure, est la nouvelle forme donnée à l'appareil de haute fréquence. Les deux bouteilles de Leyde représentées dans une précédente figure étant avantageusement remplacées par deux condensateurs plans renfermés dans la boîte.

Nous sommes actuellement en possession de tous

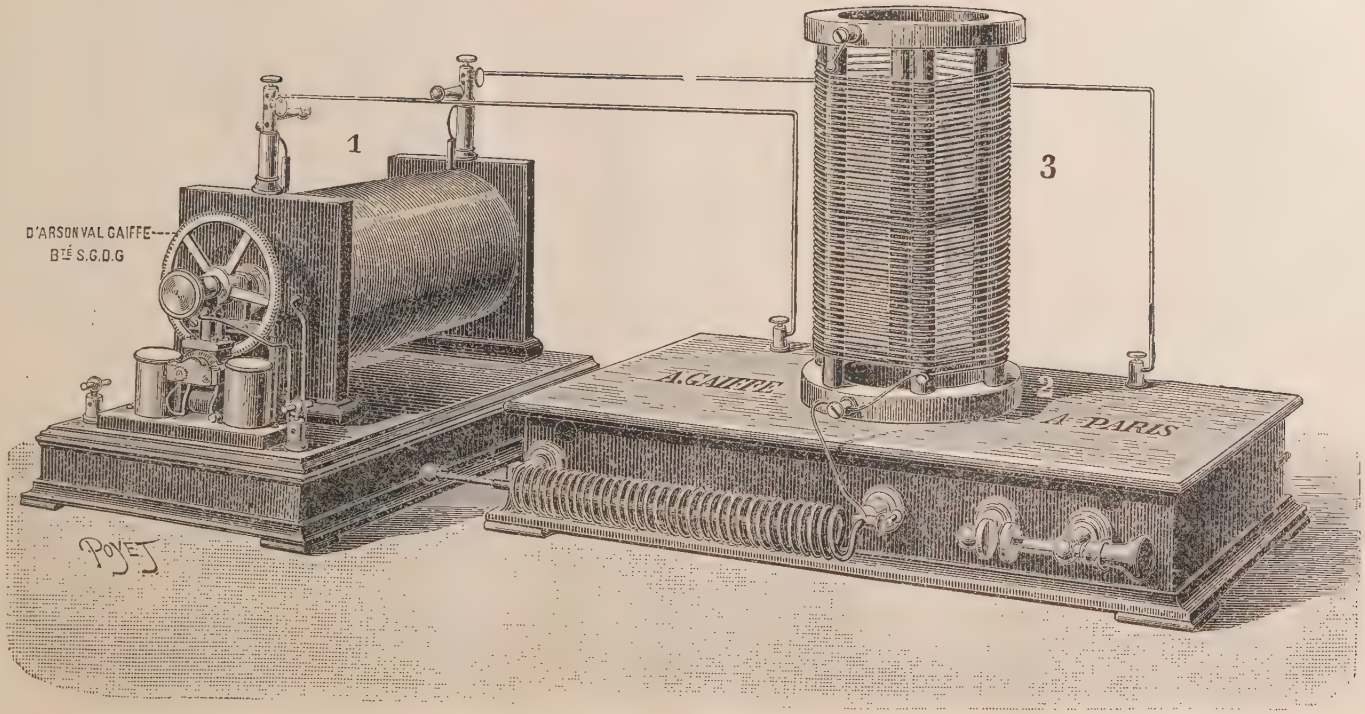

Fig. 5.

ces éléments nécessaires pour la production des courants de haute fréquence.

Voyons les quelques accessoires qui nous restent à connaître pour leur application.

L'application la plus simple consiste à placer les pieds du malade dans un bain de pied en relation avec un des pôles, tandis qu'il tient dans chaque main une électrode reliée à l'autre pôle.

On peut encore le placer sur le tabouret isolant et le soumettre à l'action des effluves ou des étincelles comme dans l'électrisation statique.

Le procédé du lit condensateur repose sur un principe différent.

Sur une table spéciale ainsi que le montre la figure 6, est placée une feuille métallique en communication avec un des pôles. Par dessus se trouve un mince matelas dans l'épaisseur duquel est logée une plaque d'ébonite de même grandeur jouant le rôle de diélectrique.

Le malade est couché sur ce matelas et est en rela-

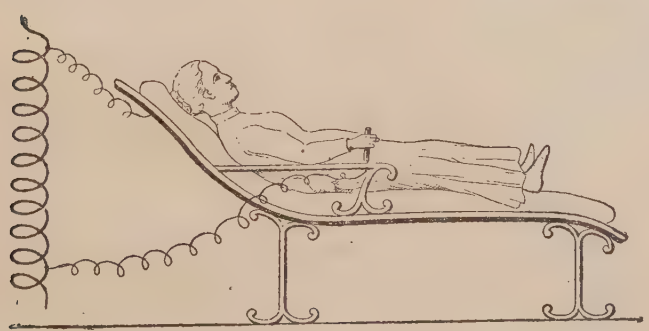

Fig. 6.

tion avec l'autre pôle. Il constitue l'une des armatures d'un condensateur. C'est un des procédés les plus puissants, l'électricité agissant par condensation.

Le dernier genre d'application consiste à enfermer le sujet lui-même à l'intérieur du solénoïde à haute fréquence, l'électricité est ainsi induite à l'intérieur des cellules mêmes de l'organisme, on pourrait dire à l'état naissant pour employer le langage chimique.

Ce procédé a permis de parfaitement étudier les différentes propriétés de la haute fréquence.

« L'appareil pour l'application de l'auto-conduction se compose d'une plate forme et d'une carcasse en bois autour de laquelle est enroulé un conducteur, cable à lumière soigneusement isolé, parcouru par les courants de haute fréquence puisque c'est dans ce conducteur qu'ils prennent naissance, ce solénoïde remplaçant celui qui est ordinairement interposé dans les armatures des condensateurs.

L'appareil a environ 1 mètre 50 de hauteur avec un diamètre de 0 m. 80. Le conducteur enroulé peut se lever au moyen d'un système de poulies permettant ainsi au sujet de s'introduire dans le solénoïde.

On peut du reste lui donner une autre forme et employer le lit solénoïde entouré d'une spirale à haute fréquence.

Il se produit alors dans le solénoïde des courants induits de tension élevée; il est aisé de constituer un indicateur d'induction visible en enroulant à la partie supérieure du grand solénoïde d'auto-conduction

quelques spires d'un second fil isolé du premier et dont les extrémités sont reliées à une lampe à incandescence de 110 volts. L'éclat de cette lampe permet de se rendre compte de l'énergie des courants de haute fréquence utilisés.

Les courants de grande fréquence et de haute tension utilisés par ces appareils possèdent des propriétés physiques et physiologiques toutes particulières qui expliquent leurs divers modes d'emploi en électrothérapie.

Au point de vue physique ces courants possèdent d'abord la propriété de donner lieu à des phénomènes d'induction particulièrement intenses; on sait que la force électromotrice induite dans un conducteur par un conducteur voisin est proportionnelle au produit du courant par la fréquence. Un ampère moyen à la fréquence de 600,000 produira dans une spire la même force électro-motrice d'induction que 100 ampères à la fréquence 60 circulant dans 100 tours de fil, toutes choses égales d'ailleurs. De là vient qu'avec la haute fréquence, la force électro-motrice induite dans une seule spire est très considérable ; dans un grand solénoïde, il suffit d'un tour induit pour allumer par induction mutuelle une lampe de 8 volts et un ampère ».

La belle méthode de l'auto-conduction est l'application de ce principe (1).

(1) Legros. *Thèse.* Paris, 1899.

CHAPITRE III

EXPÉRIMENTATION. PHYSIOLOGIE

Les recherches sur les courants à bas potentiels et basse fréquence avaient révélé leurs propriétés bienfaisantes sur l'organisme au point de vue de la nutrition générale. Lorsque ces recherches portèrent sur les courants alternatifs industriels, on vit combien graves étaient les accidents qu'ils pouvaient déterminer chez les êtres vivants.

Avec l'alternateur Siemens une différence de potentiel de 300 volts appliquée de la tête à la queue, amène la mort chez le chien et le lapin lorsque l'intensité atteint un ampère, mais la mort n'est qu'apparente, car sa respiration artificielle par insufflation ou tractions rythmées de la langue ramène l'animal à la vie.

Une nouvelle application pratiquée pendant la respiration artificielle ne détermine la mort définitive que lorsque la tétanisation du corps a amené la tem-

pérature centrale à 45°, coagulant la myosine des fibres musculaires du cœur, ainsi qu'il résulte des recherches de Claude Bernard. On pourrait encore prolonger la vie en refroidissant artificiellement le corps. La chaleur développée dans le corps des électrocutés ou des animaux en expérience n'est pas un effet de la loi de Joule sur l'échauffement des conducteurs résistants, mais bien le résultat de la transformation du travail en chaleur résultant de la contraction violente de tous les muscles sous l'influence de l'excitation électrique.

La mort survient par arrêt de la respiration et coagulation de la myosine des fibres musculaires du cœur.

Un fait à retenir de ces observations dans la pratique industrielle pour le traitement des foudroyés, est l'utilité de la respiration et au besoin de la réfrigération artificielles.

Comme nous l'avons vu plus haut, les réactions neuro-musculaires croissent jusqu'à 3000 excitations, restent stationnaires jusqu'à 5000, pour décroitre jusqu'à 10.000 où elles deviennent nulles.

Quelles peuvent être les causes de cette diminution d'activité ?

Pour arriver à une explication on a fait plusieurs hypothèses.

On sait au point de vue industriel que le courant alternatif qui a une fréquence assez élevée, a quelques-unes des propriétés de l'électricité statique, entre autres celle de se porter plus particulièrement à la

surface des corps ; on a voulu expliquer de cette façon l'absence d'excitation résultant de la haute fréquence ; l'électricité resterait à la surface et ne pénétrerait pas dans l'organisme en expérience.

Cette hypothèse doit être écartée pour plusieurs raisons. L'organisme ne peut être assimilé à un conducteur métallique. Lorsque le corps considéré, a seulement la conductibilité du corps humain, (inférieure à celle de l'eau salée à 1 0/0), les formules physiques démontrent que la répartition du courant doit-être sensiblement uniforme dans tout l'organisme. Il est facile d'ailleurs de le vérifier expérimentalement, comme le fait M. d'Arsonval en prenant un cylindre de verre plein d'eau salée dont les dimensions sont de 70 centimètres de longueur sur 25 centimètres de diamètre. La densité du courant recueilli suivant l'axe ou près de la paroi, ne varie pas d'un centième de sa valeur.

D'autre part si des observateurs mettent leurs corps en circuit avec des lampes, celles-ci s'allument fort bien sans incommoder les expérimentateurs, témoin la note suivante de M. Cornu à l'Académie des Sciences :

« M. d'Arsonval nous a rendus témoins, M. Marey et moi, du résultat de ses recherches, nous avons été particulièrement frappés de l'expérience dans laquelle six lampes (125 v. et 0,8 ampère) ont été portées à l'incandescence dans le circuit formée par nos bras, circuit formant dérivation sur les extrémités du solénoïde induit par ces décharges oscillantes. Nous n'avons pas éprouvé la

moindre impression par ce passage du flux électrique auquel nous étions soumis : on ne pouvait pas cependant douter de l'énorme quantité d'énergie traversant notre corps (900 volts × 0,8 ampère : 700 watts) ; elle se manifestait soit par l'incandescence des lampes, soit par les étincelles vives et nombreuses qui se produisaient à la rupture du circuit.

Cette même quantité d'énergie, transmise sous forme de courants alternatifs à longues périodes (de 100 à 1000 par seconde), aurait suffi pour nous foudroyer : dans les conditions ci-dessus, elle ne produisait aucune sensation appréciable » (1).

Cette expérience montre bien que pour transmettre une pareille énergie il faut qu'il y ait une propagation autrement que par la surface des conducteurs. Etant données l'énorme résistance de l'épiderme du corps et d'autre part la tension de l'énergie, la surface du corps serait amenée à une température entraînant sa carbonisation,

On a dit également pour expliquer l'innocuité de ces grandes intensités que le courant de haute fréquence qui porte ces lampes au blanc est incomparablement plus faible que celui qu'elles absorbent dans les conditions ordinaires Cette interprétation est réfutée par l'expérience suivante :

Portons au rouge un mince fil de platine par le courant de haute fréquence ; plongeons le dans un vase rempli de pétrole et notons l'élévation de température correspondant au passage du courant pendant cinq

(1) C. R. de l'Acad. des Seiences, 1893.

minutes par exemple. Recommençons l'expérience, mais en nous servant cette fois pour chauffer le fil de courant continu : nous constaterons que l'échauffement au pétrole (et par conséquent l'intensité efficace du courant) est la même dans les deux cas.

Ces résultats nous démontrent qu'il faut chercher une autre explication, d'ordre physiologique très probablement.

En recourant, pour produire les courants de haute fréquence, à un vibrateur de Hertz, dont la période calculée selon la formule de Thomson.

$$T = 2\pi \sqrt{LC}$$

soit de 25 billionièmes de seconde, et en installant un résonnateur de Hertz modifié par Joubert à 50 centimètres du vibrateur, on obtient des étincelles de 5 à 6 millimètres.

Dans ces conditions la grenouille refusait absolument de répondre aux excitations. L'expérimentateur en recevant lui-même les décharges ressentait bien une légère piqûre, mais non la sensation douloureuse que donne une bobine de même puissance d'étincelle. Les nerfs sensitifs et moteurs ne sont plus sensibles à des ondulations ou des oscillations électriques(1) dont la fréquence atteint 20 ou 30.000000.

Nos terminaisons nerveuses ne correspondent pas à ces périodes.

(1) Séances de la Société française de Physique 1894.

La rétine par exemple n'a connaissance que des ondulations comprises entre 497 trillions (497.10^{12}) rouge du spectre solaire et 709 trillions (709.10^{12}) rayons violets. Au delà, nous ne connaissons qu'indirectement par la fluorescence et la photographie les radiations existantes.

De même pour l'audition, les vibrations qui n'atteignent pas 32 par seconde n'ébranlent pas nos terminaisons nerveuses auditives et celles qui dépassent 40000 oscillations par seconde ne peuvent plus les faire vibrer à l'unisson.

L'inaction du courant sur la sensibilité est donc bien d'ordre physiologique, et il n'en faudrait pas conclure que l'absence de sensation résulte de l'absence de pénétration de l'énergie dans l'organisme. Si la sensation immédiate est nulle, au bout d'un certain temps on constate l'insensibilité des régions qui ont été en contact avec les électrodes et peut être serait-il possible d'utiliser ce mode d'anesthésie pour de petites opérations.

Si l'on se place sur le tabouret en relation avec une des extrémités du solénoïde, on ressent bientôt de la chaleur accompagnée de transpiration et de vascularisation intenses, preuves de phénomènes vaso-dilatateurs.

Enfin une plaie légère donne lieu à une hémorragie abondante chez l'animal soumis à cette expérience, alors que normalement elle est à peu près insignifiante

Voyons maintenant quelques-uns des effets produits sur les animaux.

Nous avons étudié les divers modes de production de la haute fréquence. Nous prendrons le dispositif représenté schématiquement dans la figure n° 4 et qui est l'appareil le plus puissant que nous connaissions.

Avec cet appareil on peut prolonger l'expérience pendant plusieurs journées.

« Pour éviter toute action perturbatrice, l'animal est placé dans une cage cylindrique isolante, couchée horizontalement.

Cette cage est entourée extérieurement d'un gros conducteur faisant 15 à 20 tours et à travers lequel passe le courant à haute fréquence.

Ce solénoïde induit dans le corps de l'animal des courants de haute fréquence qui ne sont nullement perçus.

Ce mode d'électrisation exerce une action très puissante sur les phénomènes intimes de la nutrition comme le montre l'analyse des produits de la respiration et le fonctionnement des organismes inférieurs. Mais il est possible de montrer ce phénomène par une expérience plus simple et moins longue que celle nécessitée par l'analyse de gaz de la respiration. Si l'animal brûle davantage, il doit diminuer de poids plus rapidement.

Pour vérifier cette conclusion on place le solénoïde renfermant l'animal en expérience sur le plateau d'une balance enregistrante Richard.

Voici quelques-uns des résultats obtenus : un petit cobaye placé dans le solénoïde non parcouru par le courant perd 6 grammes de son poids en 24 heures. On rend le solénoïde actif, le même animal perd alors 30 gr. de son poids pendant le même laps de temps. On supprime le courant : il se passe alors un phénomène assez inattendu : l'animal gagne en poids pendant deux heures. Au bout de ce temps il a gagné environ 1 gramme. Regnault et Reiset ont constaté un phénomène analogue chez certains de leurs animaux, qui, pendant le sommeil, fixaient plus d'oxygène qu'ils n'éliminaient d'acide carbonique et de vapeur d'eau. Après ces deux heures, la perte de poids reprend sa marche tout en restant plus faible.

Ce n'est guère qu'après une demi-heure d'application de courant que la perte de poids prend son régime uniforme ; les animaux sont placés dans un solénoïde disposé pour recevoir leurs déjections qui tombent dans l'huile de façon à éviter l'évaporation.

L'échauffement de la cage, dû au courant seul, n'élève pas sa température de 1°, élévation absolument sans influence sur l'animal. Le second cobaye perdait 6 grammes de son poids en cinq heures à l'état normal, et 24 grammes pendant le même temps, lorsque le courant passait. Un lapin a perdu 48 grammes de son poids en huit heures dans la haute fréquence et seulement 23 grammes dans le même temps à l'état normal.

La perte de poids paraît donc plus accentuée pour

les animaux de petite taille sous l'action du courant. » (1)

Les recherches de MM. d'Arsonval et Charrin ont également porté sur les microbes et leurs produits de secrétion, sur leurs toxines. Ils ont eu recours pour cela à l'appareil qui se compose en principe d'un transformateur B. à haut potentiel et basse fréquence dont le secondaire est relié aux armatures intérieures de deux condensateurs C^1, C^2, reliés eux-mêmes à un déchargeur à boules, M. C'est du reste celui qui est figuré schématiquement dans la figure 2.

Les armatures extérieures de ces condensateurs sont reliées en cascade par un solénoïde S. Des extrémités du solénoïde partent deux fils de platine qui amènent le courant à haute fréquence, à un tube en U en verre, qui contient la toxine.

Ce tube est plongé lui-même dans un vase contenant de l'eau glacée, qui empêche tout échauffement au liquide pendant le passage du courant.

La fréquence est, comme on sait fonction de la capacité conjuguée des condensateurs C^1 C^2 et de la self-induction du solénoïde S. Dans les expériences rapportées ci-dessous, la fréquence calculée d'après la formule de Thomson, est de 225000 par seconde.

« L'intensité efficace du courant traversant la toxine, mesurée au moyen d'un galvanomètre spécial, était de 0,75 ampère et la densité moyenne du courant de 250 milliampères par centimètre carré.

(1) D'Arsonval. Comptes rendus de l'Académie des sciences 1894.

« Ces chiffres ne donnent que l intensité efficace du courant ; quand à l'intensité initiale, elle est infiniment supérieure et dépasse certainement 50 ampères.

Fig. 7.

« L'électricité passe donc à travers la toxine par pulsations alternatives extrêmement rapides et extrêmement intenses. Il est dès lors facile de comprendre de quelle puissance est ce branle-bas *totius substantiæ* imprimé à la toxine.

« Voici le résultat de quelques expériences.

« Expérience I. — Nous avons soumis au courant de haute fréquence, pendant un quart d'heure, une toxine diphtéritique très active.. Nous en avons injecté 2,5cc à trois cobayes, et la même dose, avant électrisation, à trois cobayes témoins.

Le résultat a été des plus nets : les trois témoins sont morts en vingt, vingt-cinq et vingt-six heures.

De trois cobayes ayant reçu la toxine électrisée, un a

survécu durant trois jours : les deux autres sont vivants à la date du 10 février, soit douze jours après.

« Trois autres cobayes ayant reçu 2,5cc, de la même toxine électrisée étaient survivants sept jours après l'injection et ont servi à l'expérience III.

« En somme les trois témoins sont morts rapidement, et des six animaux injectés avec la toxine électrisée, un seul est mort trois jours après l'injection seulement. L'atténuation de la toxine diphtéritique par la haute fréquence est donc évidente.

« Expérience II. — Mêmes expériences avec la toxine pyo-cyanique injectée à la dose de 3cc. Le témoin est mort 36 heures après l'injection. Tous les cobayes (au nombre de 4) injectés avec la même dose de toxine pyocyanique électrisée ont survécu.

« Il est donc très nettement démontré que ces toxines sont profondément atténuées par les courants à haute fréquence. Ce fait est important, en ce sens qu'on peut espérer que cette atténuation pourra être faite *directement dans l'organisme malade*. Cette possibilité résulte de ce fait, mis en évidence par M. d'Arsonval, à savoir que le corps de l'homme peut être traversé par des courants de haute fréquence extrêmement puissants, sans provoquer aucun phénomène douloureux ou moteur. Mais il y a plus. Non seulement ces toxines peuvent être atténuées par la haute fréquence, mais bien mieux, après l'électrisation, elles deviennent des substances immunisantes, des vaccins, comme le démontrent les expériences suivantes.

« Expérience III. — Le 3 février, on inocule 0cc.5 de culture diphtérique très active à trois cobayes ayant reçu il y a sept jours 2,5cc de toxine diphtérique soumise à la haute fréquence (Expérience I).

On inocule de même trois cobayes témoins. Le 5 février, deux témoins sucombent ; le troisième meurt le 6. Le 7. un des trois cobayes vaccinés meurt également quant aux deux autres, ils sont actuellement bien portant (10 février) sept jours après l'injection.

« Il est juste de remarquer que ces animaux ont été inoculés uniquement dans le but de juger l'atténuation des toxines électrisées et non dans celui de vacciner les animaux. Si nous avions, suivant la règle adoptée en pareil cas, procédé par doses minimes d'abord, puis progressivement croissantes, nous aurions sans doute réalisé une immunité plus complète.

« Expérience IV.—Trois cobayes ayant reçu depuis dix jours 3 centimètres cubes de toxine pyocyanique électrisée sont inoculés avec deux centimètres cubes de culture pyocyanique vivante. On inocule de même deux cobayes témoins. Les témoins meurent l'un 36 heures, l'autre 48 heures après l'injection.

« Quant aux trois animaux vaccinés ils sont actuellement vivants, huit jours après l'injection.

« La toxine pyocyanique s'atténue donc par la haute fréquence, comme celle du bacille de Loffler. Cette atténuation varie évidemment suivant l'énergie du courant et la durée de l'électrisation. Avec le courant que nous avons employé, au bout d'un quart

d'heure, la toxicité du courant est diminuée de moitié environ.

« Quoiqu'il en soit, nous pouvons conclure de ces faits :

1° Que la haute fréquence atténue les toxines bactériennes ;

2° Que les toxines ainsi atténuées augmentent la résistance des animaux auxquels on les injecte. » (1)

Nous avons cru devoir rapporter tout au long ces expériences car une prévision énoncée dans cette communication paraît s'être réalisée en partie tout dernièrement ainsi que nous le verrons plus loin.

(1) D'Arsonval et Charrin. C. R. de l'Académie des Sciences t. CXXII, 10 février 1896.

CHAPITRE IV

Applications thérapeutiques

Indications, Contre-indications

Les expériences précédentes prouvent que la haute fréquence agit puissamment sur l'organisme et cela sans produire de sensation. Elles montrent également le parti que la thérapeutique peut tirer de son emploi.

Nous avons vu tout d'abord qu'elle agit sur la nutrition en stimulant les échanges et accélérant la désassimilation. On a dès lors pensé que cette modalité particulière de l'énergie électrique donnerait de bons effets dans cette classe particulière de maladies étudiées par le professeur Bouchard, sous le nom de maladies par ralentissement de la nutrition. Telles sont certaines formes du diabète sucré, la goutte, le rhumatisme, l'obésité.

Dans ce but, le professeur d'Arsonval institua en 1896 une série de recherches dans ce sens. Les expé-

riences eurent lieu à l'Hôtel-Dieu dans le service du Dr Charrin.

L'appareil employé étant la bobine de Rumhkorff, chargeant des condensateurs plans et actionnée par des accumulateurs.

Legalvanomètre employé dans la circonstance était une modification de l'ampèrémètre Cardew et construit par la maison Gaiffe, (fig. 7).

Dans les observations que nous allons relater le courant entrait par les pieds placés dans un pédiluve et sortait par les mains qui tenaient l'autre électrode bifurquée. L'intensité variait de 350 à 450 milliampères.

Qu'il nous soit permis de rapporter ces observations :

Observation I.— Homme de 33 ans, maçon, atteint de diabète grave depuis 4 ans. Mis en observation pendant une quinzaine sans traitement. Dans ces conditions, il émettait environ 11 litres 300 d'urine en 24 heures, contenant 54 grammes de sucre par litre, soit 620 grammes de sucre par jour.

La pression artérielle était de 15 centimètres de mesure seulement ; le pouls à 72 et la température au dessous de la normale. La toxicité des urines était presque nulle : 250 grammes injectés à un lapin, le rendaient à peine malade.

On applique la haute fréquence par séance quotidienne de 10 minutes.

Dès les premiers jours disparition des douleurs dans les membres, sommeil meilleur non interrompu par la soif ou le besoin d'uriner ; plus de cauchemars, clarté plus

grande de la vue, retour de la mémoire et lucidité d'esprit rendant la lecture possible, voilà pour les phénomènes subjectifs. Quant aux phénomènes objectifs : disparition d'un œdème malléolaire remontant jusqu'à mi jambe rétrocession d'un certain degré d'ascite et réveil de la sensibilité aux jambes qui avait totalement disparu.

Pendant le premier septenaire, peu de modification du côté de l'urine et de la production de sucre, à l'exception de la diurèse qui se régularise, et ne présente plus de sauts brusques, passant de 7 litres à 13 litres dans les 24 heures.

Dans le second septenaire, tout se modifie rapidement, et après 42 jours de traitement, on constatait les faits suivants : moyenne de la quantité d'urine en 24 heures, 7 litres; sucre rendu en 24 heures, 180 grammes : pression artérielle, 25cm. de mercure le vingtième jour ; pouls à 104, température s'élevant jusqu'à 38° et se fixant enfin à 37°.

Toxicité de l'urine, considérablement accrue ; après un mois 64cc tuent un kilog. d'animal. Enfin oscillation de poids qui tombe d'abord de 57 k. 500 à 51 pour remonter graduellement à 56 kg.

Observation II. — Femme de 59 ans, diabétique grasse ; présence de sucre constatée pour la première fois deux mois auparavant à la Pitié ; soignée à plusieurs reprises pour albuminurie.

Actuellement ni albumine, ni néphrite. Rend 3 litres 300 d'urines en 24 heures, contenant 43 gr. de sucre par litre soit 137 gr. en 24 heures.

Polyphagie, polydypsie, faiblesse générale, courbature et douleurs des membres,

Pression artérielle très élevée de 27 à 30 cm. de mercure ; pouls lent à 64 par minute, température un peu

au-dessus de 37,3 à 37,5. Toxicité de l'urine = 107 cc. par k.

Séances d'électrisation de dix minutes bien supportées, mais laissant après elles une grande lassitude. Après quinze jours de traitement, pas de variation dans la quantité d'urine rendue en 24 heures ; mais ce sucre a diminué de moitié 24 gr. au lieu de 43. La pression artérielle descend à 25 cm. de mercure, le pouls monte à 76 ou 80, température peu influencée. La toxicité, urinaire monte à 87 par kilog. Malgré la diminution du sucre, le bien être ressenti par la malade n'est pas aussi grand que chez le précédent. On suspend le traitement pendant quelques jours et on le reprend ensuite avec des séances abaissées successivement comme durée de dix minutes à trois minutes.

Le bien être ressenti est beaucoup plus grand. La malade se sent reposée, dort bien, n'a plus de courbature, et le chiffre du sucre tombe à 38 gr. par 24 heures.

Observation III. — Il s'agit d'un obèse de 38 ans, cocher, pesant 110 k. et présentant une arythmie cardiaque très prononcée. Séances quotidiennes de dix minutes. Mieux pendant quelques jours. Le chiffre de l'urée excrétée s'élève de 33 gr. 72 à 41 gr. 63 en 24 heures. La pression artérielle monte de 18 à 20 cm. de mercure et le pouls passe de 72 à 108. Au bout de 15 jours le malade avoue avoir des accès de dypsnée qu'il cachait ayant grande confiance dans ce traitement, et ne voulant pas le suspendre. Le taux de l'urée baisse et tombe à 24 grammes par jour.

On suspend les séances pendant une quinzaine et on les reprend avec une durée moindre : trois minutes au lieu de dix. Au bout de quelques jours les phénomènes de

dyspnée, d'abaissement du taux de l'urée et de la pression sanguine, se montrent. On cesse le traitement. La toxicité urinaire a peu varié passant de 84 au début à 87 à la fin.

« Cette observation montre que la haute fréquence agit comme toujours puissamment sur la circulation, qu'il existe des contre-indications et qu'enfin la suggestion ne suffit pas pour expliquer les bons effets de l'électricité puisque ce malade qui n'a pas bénéficié du traitement, avait la foi, contrairement aux autres qui furent tout étonnés de se trouver mieux (1) ».

Nous rapporterons encore une observation où l'application a été pratiquée sous forme d'auto-conduction et empruntée à MM. Apostoli et Berlioz :

Observation IV (résumée). — M^elle K..., modiste, 61 ans, adressée à MM. Apostoli et Berlioz par le D^r Burlureau, le 31 mai 1894.

Antécédents héréditaires. — Père mort à 52 ans d'une attaque d'apoplexie ; avait eu des rhumatismes. Grand père paternel très rhumatisant, mort à la suite d'une localisation cardiaque rhumatismale ; mère morte à 70 ans, atteinte de catarrhe bronchique.

Antécédents personnels. — Très sujette aux bronchites. Réglée à onze ans, a toujours eu une forte dysménorrhée périmenstruelle accompagnée de migraines. Epistaxis fréquentes dans la jeunesse. Très nerveuse, a eu des crises convulsives frustes, sans perte de connaissance, aux époques menstruelles,

Nullipare, ménopause à 40 ans.

Il y a sept ans, première attaque de rhumatisme arti-

(1) D'Arsonval. CR. Acad. des sc. 1896.

culaire qui paraît avoir été subaigu, localisé aux articulations du membre supérieur droit; elle a été malade trois mois sans toutefois garder le lit. Il lui est resté une déformation de l'annulaire et de l'index avec deux petits corps étrangers de la forme d'un pois dans l'expansion du tendon de l'extenseur, au niveau de son insertion à la phalangine de l'annulaire.

Depuis cette même époque, il s'est produit un affaiblissement mal caractérisé de l'état général, avec absence d'appétit le soir et quelquefois même inappétence complète.

Le Dr Burlureaux lui a fait suivre un régime sévère et a ordonné des aspersions d'eau froide; ce traitement a été suivi d'amélioration, mais non de guérison.

Enfin il y a trois semaines, seconde attaque de rhumatisme articulaire subaigu, localisé comme la première fois au membre supérieur droit, mais plus fort. La malade a du garder le lit huit jours, les petites articulations des doigts, celles du poignet, du coude ont été prises, l'épaule seule a été épargnée.

Etat actuel : 31 mai 1894. — La malade se présente à la clinique le 31 mai, l'avant-bras en pronation, à demi fléchi sur ce bras, la main entr'ouverte, les doigts immobilisés en demi-flexion, avec œdème très marqué de la main et de l'avant-bras. Mouvements presque impossibles, extrêmement douloureux.

En outre atonie générale, vertiges, bourdonnements d'oreilles. Pas d'appétit. Insomnie. Elle a de la peine à faire son travail de modiste depuis plusieurs années.

Traitement. — Vingt-neuf séances d'auto-conduction quotidiennes, d'une durée moyenne de quinze minutes du 7 juin au 5 juillet 1894, sans aucun traitement additionnel, ni aucun régime alimentaire spécial.

Réaction. — Pendant la séance, la malade ne ressentait rien, sauf quelques bourdonnements d'oreilles.

Après la séance, après les deux premières fois seulement, elle a éprouvé une sorte d'étourdissement qui l'a fait se comparer à une femme qui aurait bu, et dans la nuit qui suivait le traitement, elle sentait un tiraillement dans ce bras malade. Cet effet ne se produisit que pendant les premiers jours.

Les jours suivants, pendant une semaine environ, il y eut exaltation des phénomènes nerveux habituels ; mais tout se calma bientôt.

Résultats. — Après deux séances, amélioration notable, mobilité croissante. La malade vit le gonflement de la main et du bras disparaître vers la huitième séance, et put commencer à reprendre ses occupations qu'elle avait du cesser depuis plus d'un mois.

L'état général était ainsi favorablement modifié. Après quinze jours elle put faire le soir un repas assez copieux. Le sommeil revint et plus calme, en même temps que le bras achevait de guérir.

Le 29 juin ce traitement était suspendu ; et au bout d'un an l'état général s'était maintenu dans un état satisfaisant.

Examen de l'urine. — Chez cette malade l'urine était pauvre en matériaux dissous avant le traitement. Le volume des 24 heures et la densité étaient également abaissés. Le traitement n'a pas paru influencer sensiblement l'élimination des éléments normaux.

Seul le chiffre de l'acide urique déjà faible au début, est devenu bien inférieur à la moyenne normale.

Il n'y avait pas de sucre. Les traces d'albumine qu'on y a trouvées sont en grande partie d'origine muco-purulente ; elles ont persisté après le traitement.

Cette observation, montre combien cette malade profondément arthritique et rhumatisante a vu son

état général s'améliorer sous l'influence bienfaisante de l'auto-conduction.

Ces quelques observations prouvent l'efficacité de la haute fréquence dans l'arthritisme, et le soulagement qu'elle apporte aux malades lorsqu'elle ne les guérit pas.

Les maladies par ralentissement de la nutrition ne sont pas les seules que l'on puisse traiter par la haute fréquence. Elle paraît également être appelée à jouer un grand rôle dans la pratique dermatologique.

C'est au Dr Oudin que revient le mérite d'avoir indiqué cette voie.

Il se sert pour cela du résonnateur ci-dessus décrit et qui porte son nom.

« L'application directe peut se réaliser de diverses façons avec ou sans production d'étincelles. Dans le premier cas, suivant le procédé employé la peau réagit d'une façon toute spéciale.

Si on ne prend qu'un conducteur, on constate une révulsion plus ou moins vive suivant qu'on laisse plus ou moins longtemps, l'électrode en contact avec la peau. Cette révulsion caractérisée par une légère rougeur se diffuse assez vite et s'étend à une surface plus grande que celle touchée par l'étincelle.

Elle persiste suivant les sujets pendant 25 minutes ou une demi-heure après l'électrisation.

Si on fait tenir à la main par un sujet un des conducteurs et qu'avec l'autre on excite des étincelles, dans ce cas ces étincelles sont beaucoup plus brillantes et plus chaudes. Elles provoquent aussi une

réaction beaucoup plus vive. Si on n'en fait éclater qu'une, on voit un instant après, sur une circonférence de 0m.015 ou 2cm. autour du point touché, la peau s'anémier, devenir d'un blanc mat crayeux, en même temps que les papilles du derme s'érigent comme une forte chair de poule. Cet état persiste pendant une ou deux minutes, suivant les sujets, puis l'érection papillaire disparaît peu à peu, et à cette anémie spasmodique de la peau succède une teinte érythémateuse assez forte, chez certains sujets à peau particulièrement sensible, on peut même encore le lendemain constater la présence de cet érythème.

Si comme excitateur, au lieu d'une sphère ou d'une pointe, on emploie un pinceau ou une brosse de fils métalliques qu'on promène sur la peau, de l'extrémité de chaque fil part une étincelle diffusant pour ainsi dire l'action sur une plus large surface.

Si on augmente considérablement la tension, on peut avec le doigt tirer de l'électrode des étincelles minces et sinueuses atteignant 6 à 8 cm. de longueur, tout à fait comparable à celles de la machine statique sans condensateurs. Si on éloigne un peu plus la main de l'excitateur, éclate d'une façon continue entre les deux, une aigrette très nourrie, violette, apparente surtout dans l'obscurité, produisant sur la peau un picotement, une cuisson légère. Quand cette étincelle ou cette aigrette de très haute tension, éparpillée pour ainsi dire par un pinceau métallique a criblé pendant quelque temps une surface cutanée, elle y provoque de la rougeur, de la sudation avec éléva-

tion de température, en même temps qu'apparaît l'analgésie signalée par M. d'Arsonval.

Cette insensibilité ne pénètre pas profondément, elle persiste seulement de quelques minutes à un quart d'heure. En résumé, dit M. Oudin, les courants de haute fréquence et de haute tension, ont une action révulsive et excitante très énergique. Leurs propriétés analgésiques démontrent leur influence sur les terminaisons nerveuses cutanées. Contre le prurit (1), les affections névralgiques (2), ces courants nous donnent leurs effluves bien autrement puissantes que celles de la machine statique.

Dans certains cas, il est vrai, à la suite d'applications de ces effluves de très haute fréquence sur la peau, il se produit des actions analogues à celles produites par les rayons X de Rœntgen : épaississement fendillé de l'épiderme, hyperkératose et troubles de la circulation caractérisés par l'apparence cyanique des extrémités (3).

Ces effluves apportent des résultats remarquables par la rapidité de la guérison dans certaines affections eczémateuses, où 3 ou 4 séances suffisent parfois, ainsi qu'il résulte des observations de M. Oudin (4), à amener la guerison.

Entre les mains du Dr Bissérié (5) ce traitement a

(1) Voir *Thèse* Legros, Paris, 1899.
(2) Oudin. *Médecine moderne*, 6 octobre 1892.
(3) Legros. *Loc. cit.*
(4) Oudin. Soc. fr. d'électrothérapie de Paris, mars, 1895.
(5) Dr Bissérié. Traitement du lupus érythémateux par les courants de haute fréquence. *Jour de méd. et chir. prat.* 25 mars 1898.

donné d'excellents résultats dans le lupus érythémateux.

Les cas traités par l'auteur sont au nombre de six, à deux applications par semaine. Au moment de l'application, on constate une pâleur très accentuée du point traité, suivie d'une rubéfaction intense s'étendant assez loin au delà des limites du point soumis à l'effluve, et s'accompagnant de sensations de cuisson assez prononcées.

Dans tous les cas, l'auteur a obtenu une amélioration notable chez deux de ses malades, la guérison est presque complète après 14 et 18 applications.

Le traitement a ce grand avantage de ne pas arrêter les malades et de leur permettre de ne pas interrompre leur travail, leurs sorties et leurs occupations mondaines.

Les observations de M. Bissérié se trouvent du reste consignées dans la thèse de M. Calmels. (1)

En terminant, il convient de résumer rapidement une très récente communication de M. Doumer (2), dérivant directement des expériences relatées plus haut sur l'atténuation des microbes et de leurs toxines.

Ses observations ont porté sur 17 malades atteints de tuberculose pulmonaire à la première période.

Le traitement appliqué consistait en effluves sur les régions suspectes.

(1) Calmels. *Thèse*, Paris, 1898

(2) C. R. de l'Académie des sciences, 26 février 1900.

La transpiration et la fièvre vespérale sont amendées assez rapidement.

L'amaigrissement, la toux et l'expectoration paraissent plus tenaces. Les signes stéthoscopiques sont plus rebelles quoiqu'ils se soient parfois améliorés. Les observations de M. Doumer, tendent à prouver qu'il y a peut-être quelques résultats à obtenir en poursuivant ces recherches. Car la plupart de ses malades sont sensiblement améliorés, et cela depuis un temps appréciable.

Mais d'autre part, étant donnée l'évolution habituelle de la tuberculose, malgré la thérapeutique et l'hygiène qui lui sont opposées, il convient d'attendre de nouvelles et nombreuses expériences avant de prendre une opinion définitive.

Sans doute on peut atténuer la virulence des microbes et de leurs toxines « in vitro » mais les phénomènes vaso-moteurs observés dans toutes ces expériences commandent une extrême prudence dans l'application de ce traitement aux malades tuberculeux qui sont déjà si exposés à des hémorrhagies mortelles.

Les véritables indications actuelles de la haute fréquence sont dans les maladies où les combustions générales sont ralenties : l'arthritisme et toutes les affections dérivées, goutte, obésité, asthme, gravelle, rhumatisme chronique, eczémas, prurits d'origine arthritique, etc.

Les affections nerveuses telles que l'hystérie et la neurasthénie ont été moins améliorés que les mala-

dies précédentes, il convient donc de réserver pour elles l'électricité statique.

Stimulant général dans l'arthritisme proprement dit, stimulant et révulsif lacal dans les dermatoses telles que le lupus érythémateux, le psoriasis, le sycosis, l'acné etc., la haute fréquence est nettement indiquée par ses propriétés comburantes, excitantes, et analgésiques.

Elle est contre indiquée d'une façon permanente ou passagère dans quelques affections nerveuses, et les affections aiguës, fébriles et douloureuses.

CONCLUSIONS

Les applications médicales des courants de haute fréquence ont ouvert une voie nouvelle à l'électrothérapie.

Les progrès des agents physiques en thérapeutique sont innombrables.

La lumière, la chaleur, l'électricité apportent sans cesse de nouveaux appoints à l'art de guérir : mais de tous les agents physiques à la disposition du thérapeute, l'électricité est un des plus maitrisables, certainement le plus facile à graduer. Il partage avec les autres l'absence complète de toxicité chez le sujet auquel on l'administre.

L'électricité statique est la forme spécifique des affections nerveuses, telles que l'hystérie. L'électricité appliquée sous la forme dite faradique est l'excitant musculaire par excellence.

L'arthritisme et les maladies dues au « ralentissement de la nutrition » sont justiciables du traitement par ces courants de haute fréquence, qui

donnent de remarquables résultats entre les mains de ceux qui savent en faire un emploi judicieux et raisonné.

L'atténuation des cultures microbiennes et de leurs toxines permet de prévoir de nouvelles applications dans un avenir plus ou moins rapproché.

Vu : Le Président de la thèse,
A. FOURNIER

Vu : Le Doyen,
BROUARDEL.

Vu et permis d'imprimer :

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris
GRÉARD

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

Apostoli. — Sur les applications du courant ondulatoire en thérapeutique générale. Arch. d'élect. médicale, 15 sept. 1897. C. R. Académie des sciences, 26 juillet 1897.

Apostoli et Berlioz. — Action thérapeutique générale des courants alternatifs de haute fréquence. C. R. Académie des sciences, 29 avril 1895.

D'Arsonval. — Action physiologique des courants alternatifs. Société de Biologie, 2 mai 1891.

D'Arsonval. — Relations entre les qualités physiques de l'excitation électrique et ses effets physiologiques. *Revue internationale d'électrothérapie*, mai 1891. *Archives de physiologie* 1892.

D'Arsonval. — Recherches d'électrothérapie. La voltaïsation sinusoïdale. Archives de physiologie, 1er janvier 1892.

D'Arsonval. — Sur les effets physiologiques comparés des divers procédés d'électrisation. Nouveaux modes d'application de l'énergie électrique. La voltaïsation sinusoïdale. Les grandes fréquences et les hauts potentiels. Bull. de l'Acad. de Méd., mars 1892.

D'Arsonval. — Production des courants de haute fréquence et de grande intensité, leurs effets physiologiques. Soc. de Biologie, 4 février 1893.

D'Arsonval. — Sur la mesure des champs électriques à haute fréquence, Soc. de Biologie, 5 février 1893.

D'Arsonval. — Action des courants alternatifs à grande fréquence. Arch. de physiologie 1893.

D'Arsonval. — Action physiologique et thérapeutique des courants de haute fréquence, C. R. Acad. des Sciences, 6 juillet 1896.

D'Arsonval. — Revue internationale d'électro-thérapie, mai 1897.

D'Arsonval. — Les courants de haute fréquence et de haute tension. Séance de la société française de physique, mai 1892.

D'Arsonval. — Action physiologique et thérapeutique des courants de haute fréquence. Arch. d'électricité médicale, 1898.

D'Arsonval. — L'énergie électrique est la matière vivante, in Pathologie générale de Bouchard, t. I, 1895.

D'Arsonval et Charrin. — Action des courants induits de haute fréquence sur le bacille pyocyanique, *Soc. de Biologie,* 6 mai 1893.

D'Arsonval et Charrin. — Action des courants de haute fréquence sur l'économie malade. *Soc. de Biologie*, 4 juillet 1896.

D'Arsonval et Charrin. — Action des courants de haute fréquence sur les toxines bactériennes. C. R. Académie des Sciences, 10 février 1896.

Bordier. — Précis d'électrothérapie, 1897.

Brocq. — Traitement des dermatoses et des maladies de la peau par la petite chirurgie et les agents physiques, 1898.

Boinet et Caillol de Poncy. — Recherches sur les effets thérapeutiques des courants à haute fréquence. *Société de Biologie*, 31 juillet 1897.

Calmels. — *Thèse*, Paris, 1898. Traitement du lupus érythémateux par la haute fréquence.

Doumer. — Traitement de la tuberculose par les courants de haute fréquence. C. R. Académie des Sciences, 26 février 1900.

Doumer. — Action résolutive des courants de haute tension et de haute fréquence sur les hyperplasies congestives utérines. Troisième Congrès international de gynécologie et obstétrique, 1899.

M. Duval. — Cours de physiologie.

Eulenburg. — Communication sur les courants de haute fréquence de d'Arsonval. *Société de médecine interne de Berlin,* 5 février 1900.

Gautier et Larat. — Courants alternatifs sinusoïdaux. *Revue internationale d'électrothérapie*, 1894.

Gautier et Larat. — Les courants alternatifs sinusoïdaux en thérapeutique. *Gazette des hôpitaux,* 7 mai 1895.

Gautier et Larat. — Les courants alternatifs de haute fréquence en thérapeutique. *Revue internationale d'électrothérapie*, juin 1896.

Gariel. — Cours de physique médicale.

Eric Gérard.— Sur les courants de Tesla. *Revue des sciences pures et appliquées,* 15 avril 1893.

Hospitalier. — Comptes rendus de la Société internationale des Electriciens, 1899.

Legros. — Traitement des prurits par l'électricité. *Thèse*, Paris, 1899.

Moutier. — Action des courants de haute fréquence au point de vue de la tension artérielle. C. R. Académie des sciences. 2 août 1897.

Oudin. — De l'action des courants de haute fréquence et haute sension sur quelques dermatoses. Société de dermatologie, 3 août 1894.

Oudin. — Action thérapeutique locale des courants de haute fréquence. C. R. Académie des Sciences, juin 1897.

Oudin. — Action des courants de haute fréquence dans les maladies de la peau et des muqueuses. *Arch. d'électricité médicale*, 1898.

Oudin. — Sur le résonnateur et sur l'effluve de résonnance. C. R. de l'Académie des Sciences, 1898.

Oudin et Labbé. — Des courants alternatifs de haute tension et haute fréquence en électrothérapie. *Médecine moderne*, 6 octobre 1892.

L. Olivier. — Les expériences de d'Arsonval sur les propriétés physiques et physiologiques des courants alternatifs. *Revue des Sc. pures et appliquées*, 15 mai 1894.

Physalix et d'Arsonval. — Les venins se comportent comme les toxines sous l'influence des courants de haute fréquence. Société de Biologie, 29 février 1896.

L. Rilhac. — Des courants de haute fréquence : leur emploi en médecine particulièrement dans le rhumatisme chronique. *Thèse*, Paris 1899.

Vigouroux. — Sur l'emploi thérapeutique des courants de haute fréquence. *Progrès Médical*, novembre 1896.

Weiss. — Technique d'électro-physiologie.

IMPRIMERIE DEVERDUN ET JAGUIN, BUZANÇAIS (INDRE).

BUZANÇAIS (INDRE), IMPRIMERIE DEVERDUN ET JAGUIN